

รายการอ้างอิง

- [1] กล้าณรงค์ ศรีรอด, และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.
- [2] Moisture Measurement. Rice Quality Workshop 2003. Available from: <http://www.agronomy.ucdavis.edu/uccerice/>.
- [3] Brian G. Osborne. Near-infrared spectroscopy in food analysis. Encyclopedia of Analytical Chemistry. Chichester: John Wiley & Sons, 2001.
- [4] Martin Chaplin. Starch. Available from: <http://www.lsbu.ac.uk/water/hysta.html>.
- [5] Liebherr-Mischtechnik GmbH. Moisture measuring. Available from: <http://www.liebherr.com/mt/>.
- [6] M.S. Venkatesh, and G.S.V. Raghavan. An overview of dielectric properties measuring techniques. Canadian Biosystems Engineering. 47 (2005).
- [7] B.G. Osborne, T. Fearn, P.H. Hindle. Practical NIR spectroscopy with applications in food and beverage analysis. Singapore: Longman Scientific & Technical, 1993.
- [8] Muluaem Tigabu. Characterization of Forest Tree Seed Quality with Near Infrared Spectroscopy and Multivariate Analysis. Doctoral thesis, Department of Silviculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, 2003.
- [9] Celio Pasquin. Near Infrared Spectroscopy: Fundamentals, Practical Aspects and Analytical Applications. J. Braz. Chem.Soc. 14, 2 (2003).
- [10] H.W. Siesler, Y. Ozaki, S. Kawata, H.M. Heise. Near-infrared spectroscopy principles, instruments, applications. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH. 2002.
- [11] Eric C. Newgard. Near-Infrared Spectroscopy for Analysis of Agricultural Material. Available from: <http://online.physics.uiuc.edu/courses/phys598OS/fall05/>
- [12] Ralf J. O. Torgrip. Chemometric Analysis of First Order Chemical Data. Doctoral Thesis, Department of Analytical Chemistry, Stockholm University, Sweden, 2003.
- [13] Richard Kramer. Chemometric techniques for quantitative analysis. New York : Marcel Dekker, 1998.
- [14] Foo-Tim Chau, Yi-Zeng Liang, Junbin Gao, Xue-Guang Shao. Chemometrics : from basics to wavelet transform. Hoboken, N.J. : Wiley-Interscience, 2004
- [15] Naoto Shimizu. Evaluating techniques for rice grain quality using near infrared transmission spectroscopy. J. Near Infrared Spectrosc. 6 (1998): 111-116.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มาตรฐานการหาค่าปริมาณความชื้นของแป้ง

ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง มอก. 52-2516

6.4 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

6.4.1 เครื่องมือ

- 1) จานอะลูมิเนียม (aluminium dish) พร้อมด้วยฝาปิด
- 2) ตู้อบไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้
- 3) เครื่องชั่งที่มีสารวัดความชื้น

6.4.2 วิธีวิเคราะห์

อบจานอะลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิด (6.4.1.1) ในตู้อบไฟฟ้า (6.4.1.2) ที่อุณหภูมิ 105 ถึง 107 องศาเซลเซียส นานประมาณ 15 นาที นำออกมาใส่เครื่องชั่ง (6.4.1.3) ที่ไว้ให้เขียนในอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่ง ชั่งตัวอย่างในจานอะลูมิเนียม (6.4.1.1) ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 5 กรัม อบในตู้อบไฟฟ้า (6.4.1.2) ที่อุณหภูมิ 105 ถึง 107 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 ชั่วโมง นำออกมาใส่เครื่องชั่ง (6.4.1.3) ที่ไว้ให้เขียนในอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่ง อบซ้ำ นานครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักต่างกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม จดน้ำหนักที่น้อยที่สุดถือเป็นน้ำหนักของจานอะลูมิเนียมและตัวอย่างหลังจากอบแห้งแล้ว

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้นร้อยละของน้ำหนักรวม} = \frac{100(W_1 - W_2)}{W_1 - W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียม เป็นกรัม

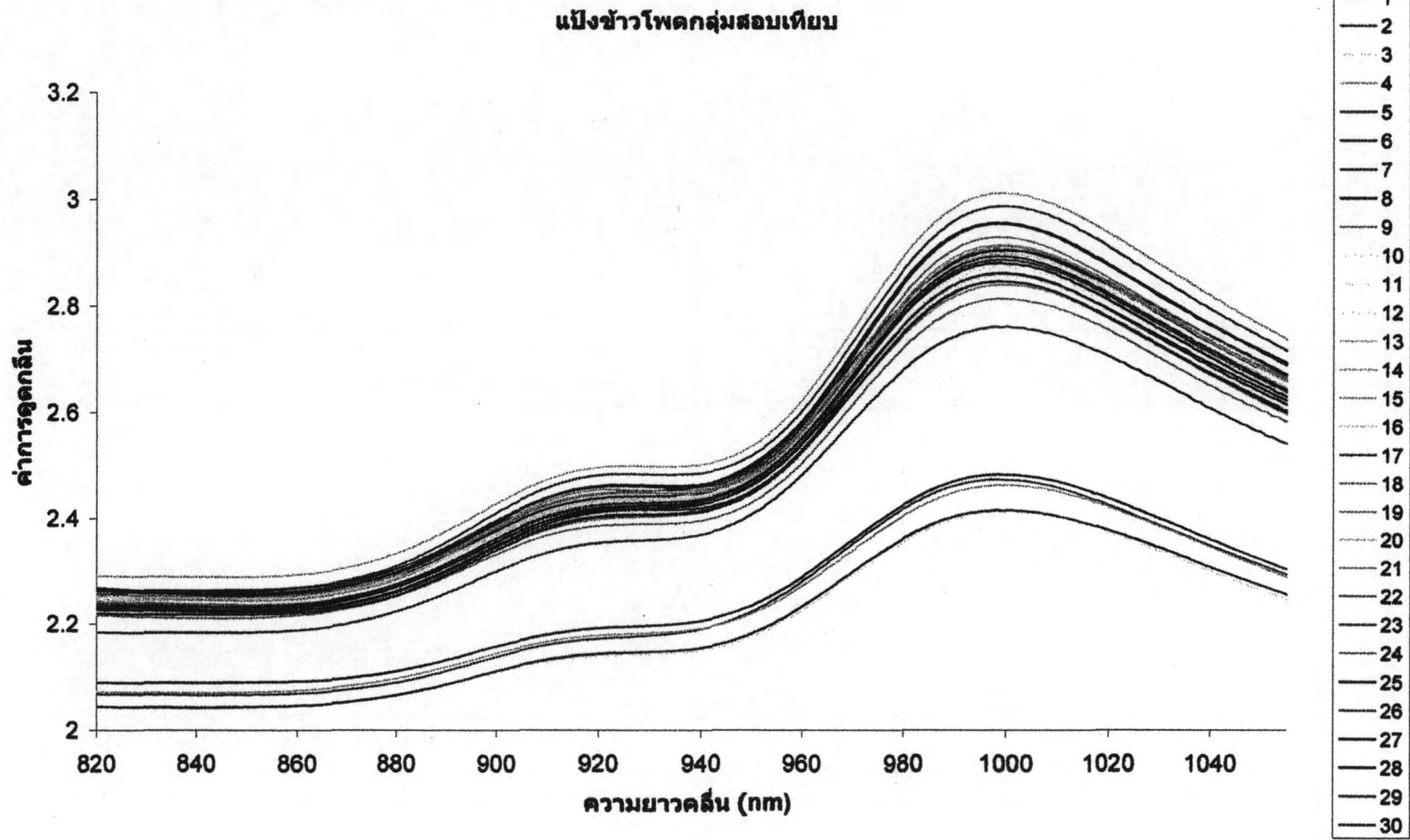
W_1 คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมและตัวอย่างก่อนอบ เป็นกรัม

W_2 คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมและตัวอย่างหลังอบแห้งแล้ว เป็นกรัม

ภาคผนวก ข

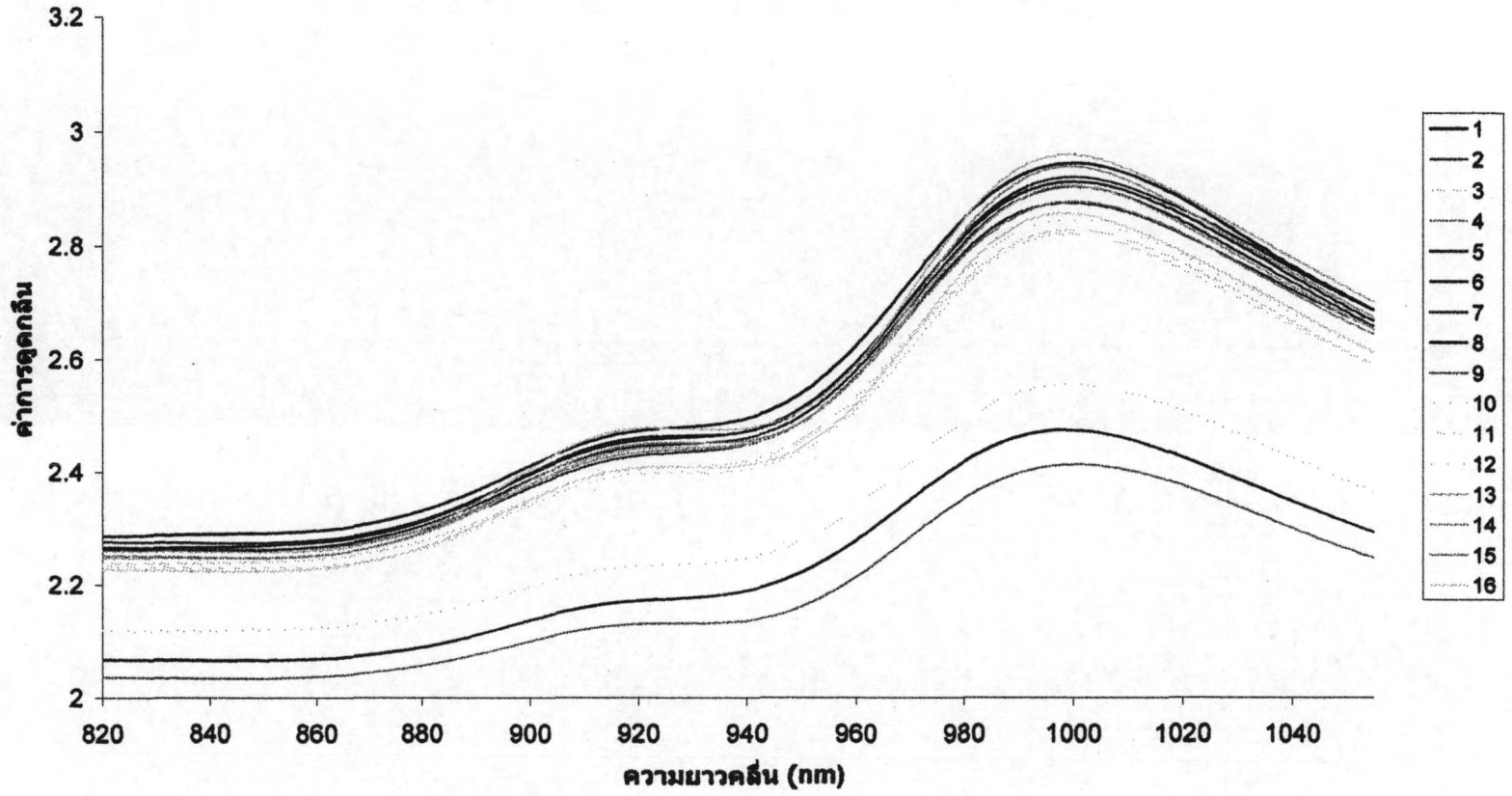
สเปกตรัมของกลุ่มสอบเทียบและกลุ่มทำนายของแป้งแต่ละชนิด

รูปที่ ๑.1 สเปกตรัมของแป้งข้าวโพดในกลุ่มสอบเทียบ

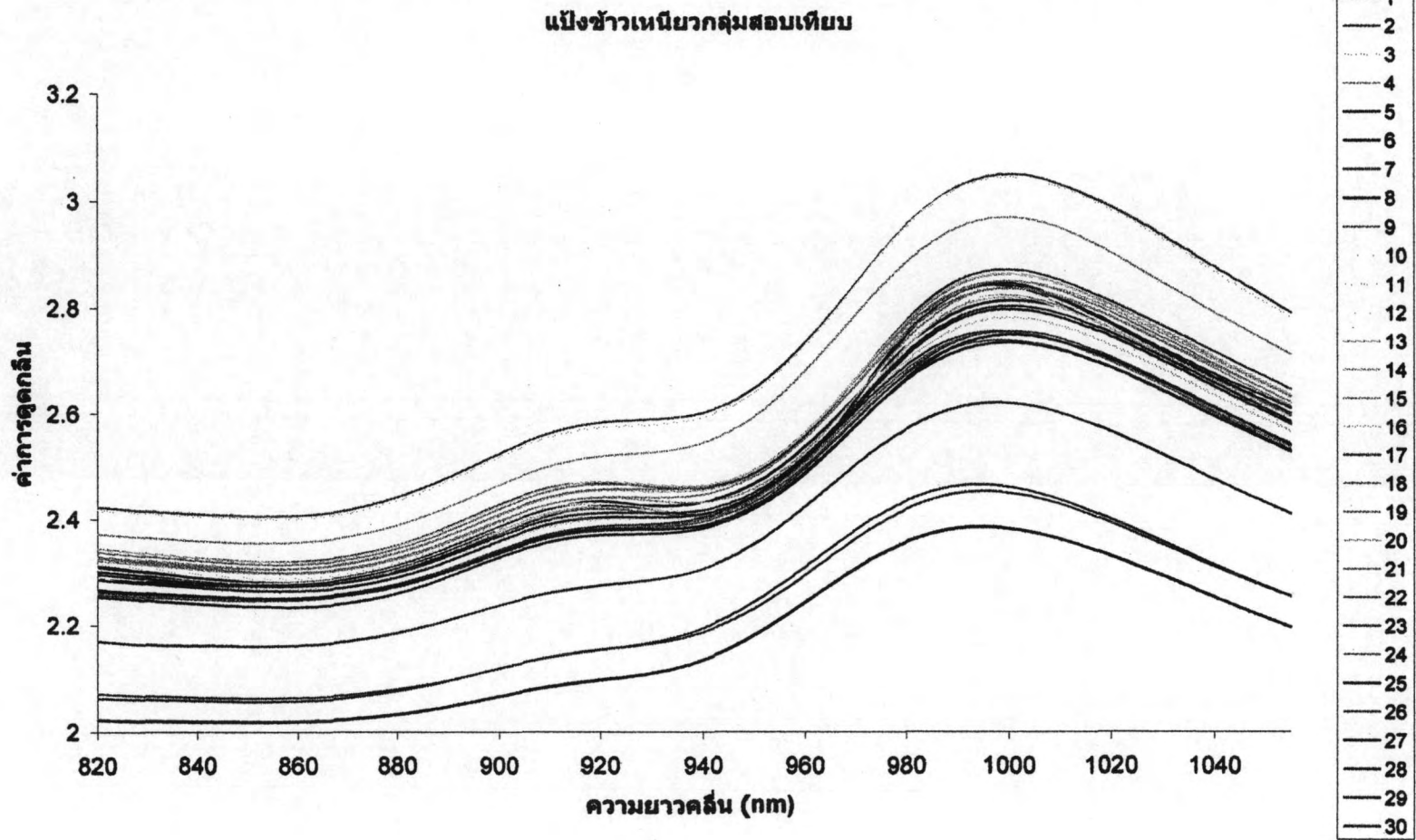


แป้งข้าวโพดกลุ่มทำนายน

รูปที่ ๖.๒ สเปกตรัมของแป้งข้าวโพดในกลุ่มทำนายน

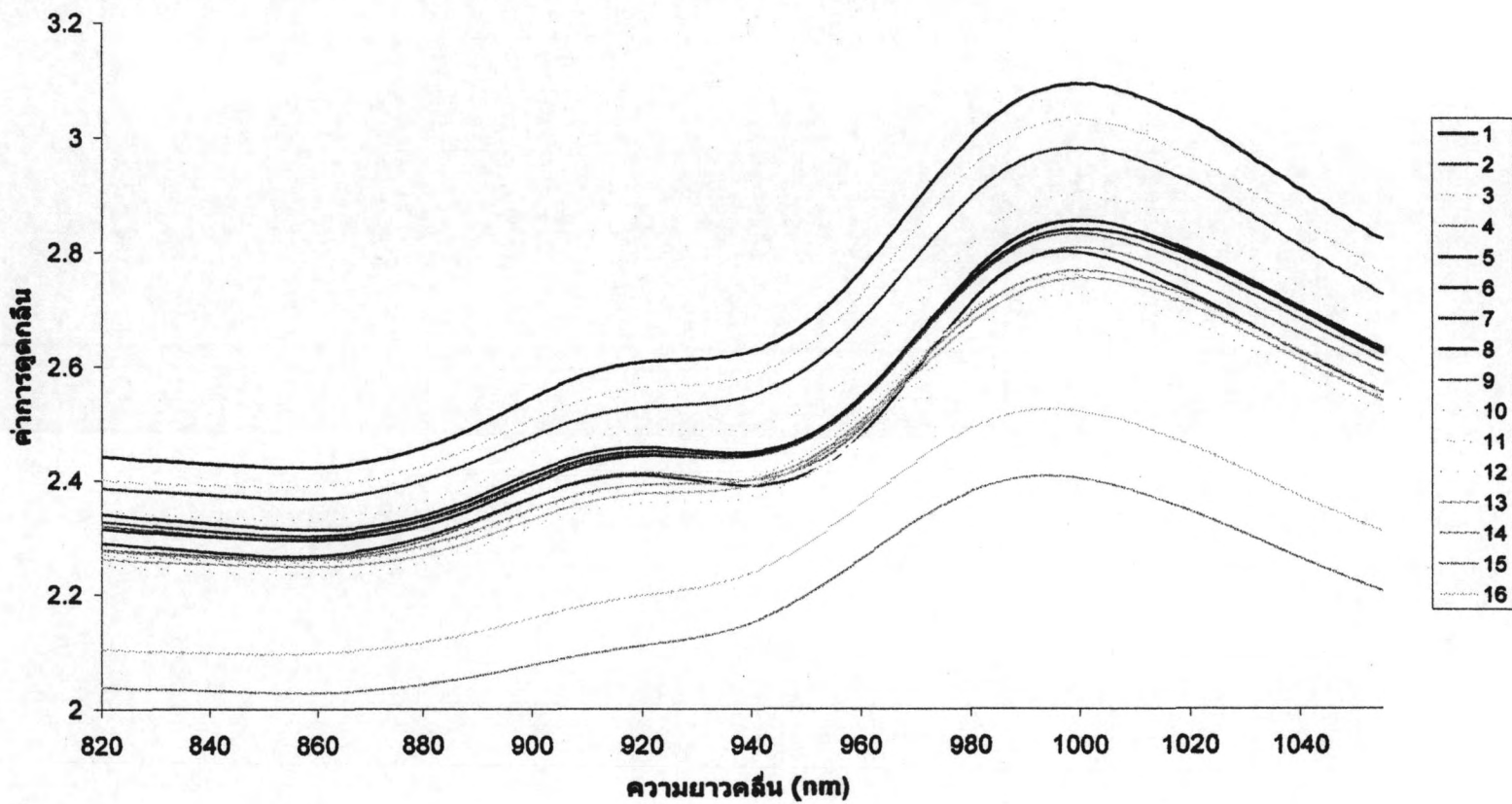


รูปที่ ๓.3 แผนกราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงของโพลิเมอร์นาโนในย่านความยาวคลื่นที่มองเห็น

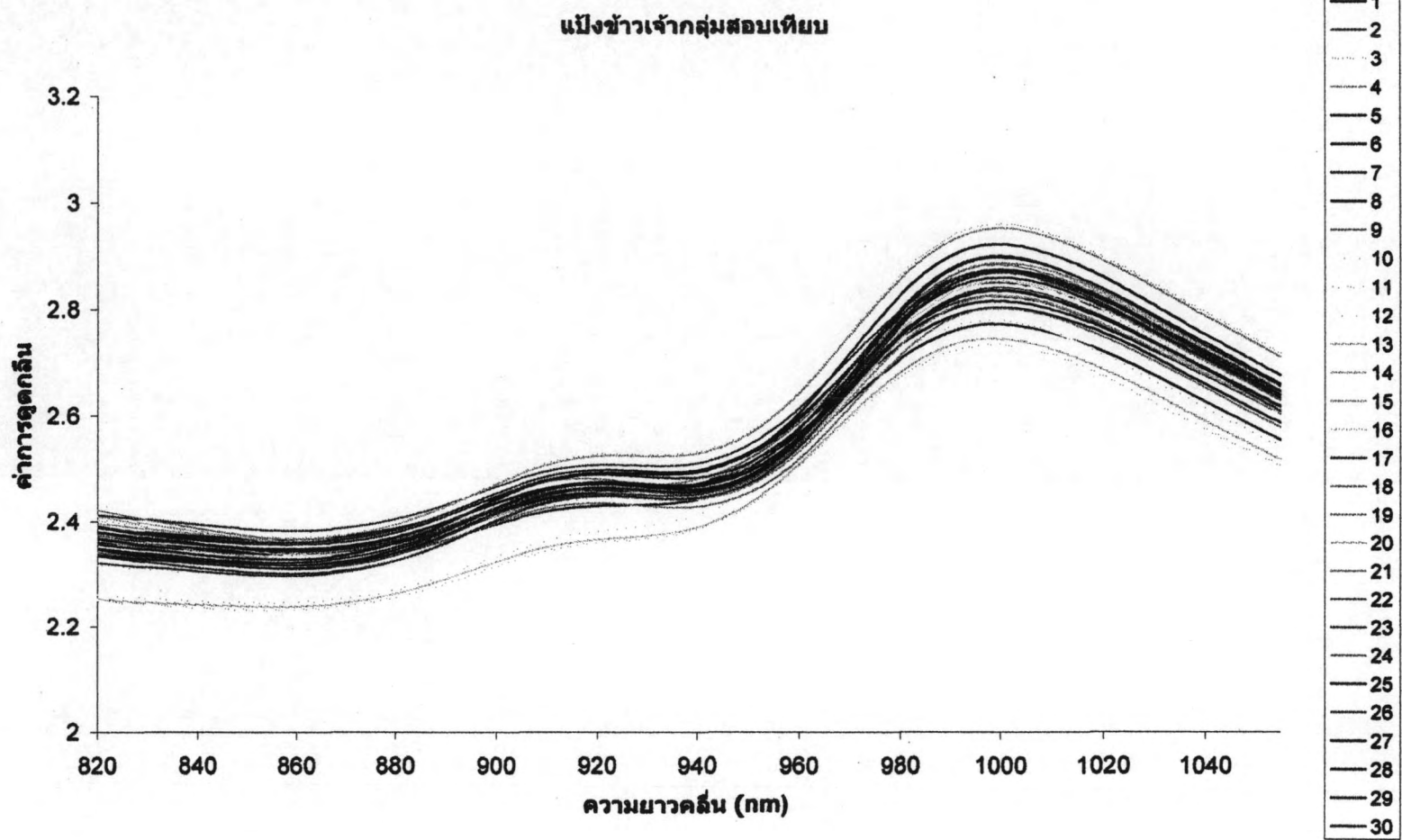


แป้งข้าวเหนียวกลุ่มทำนายน

รูปที่ ๗.4 สเปกตรัมของแป้งข้าวเหนียวในกลุ่มทำนายน

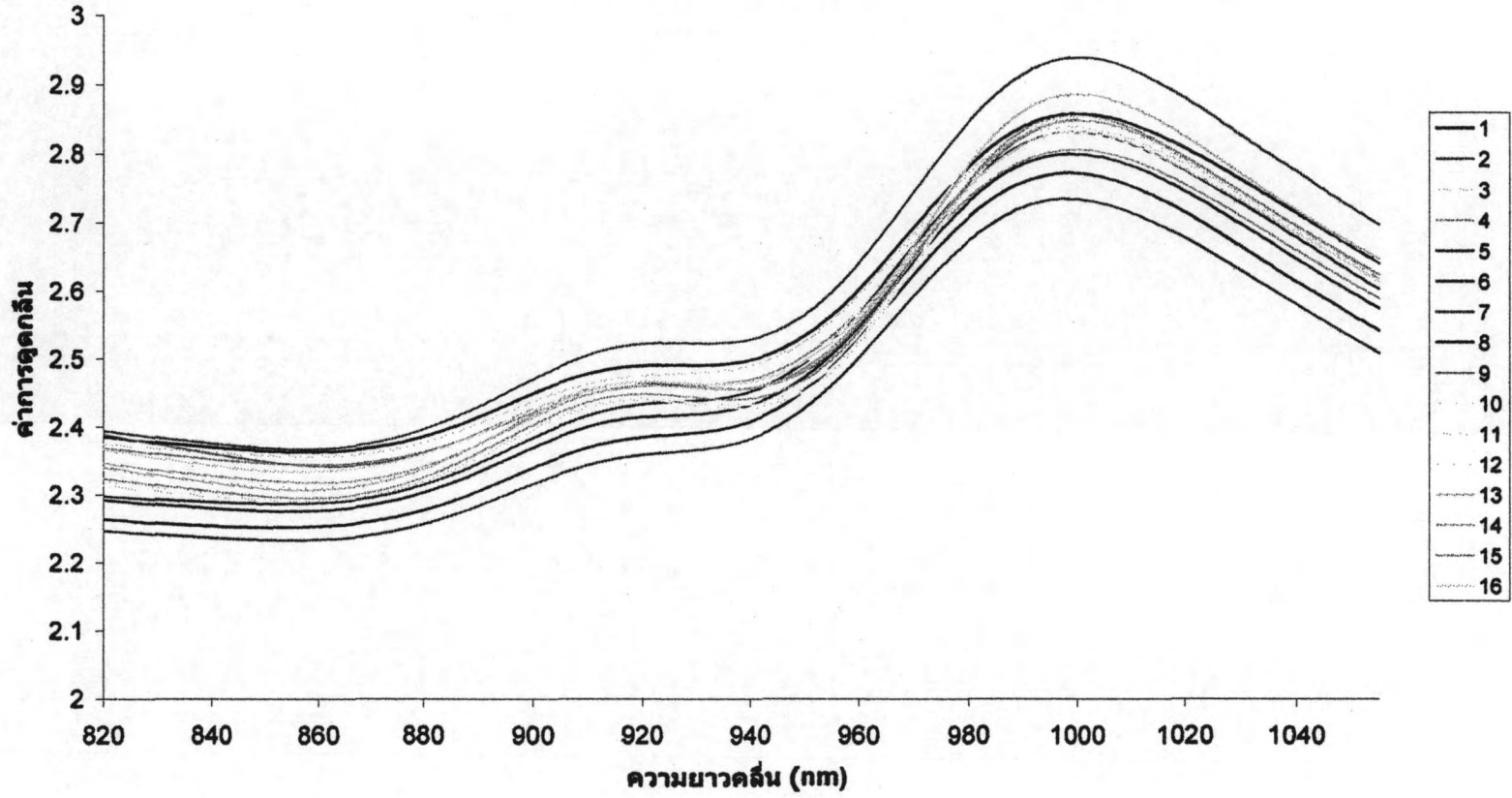


รูปที่ ๑.5 สเปกตรัมของแป้งข้าวเจ้าในกลุ่มสอบเทียบ

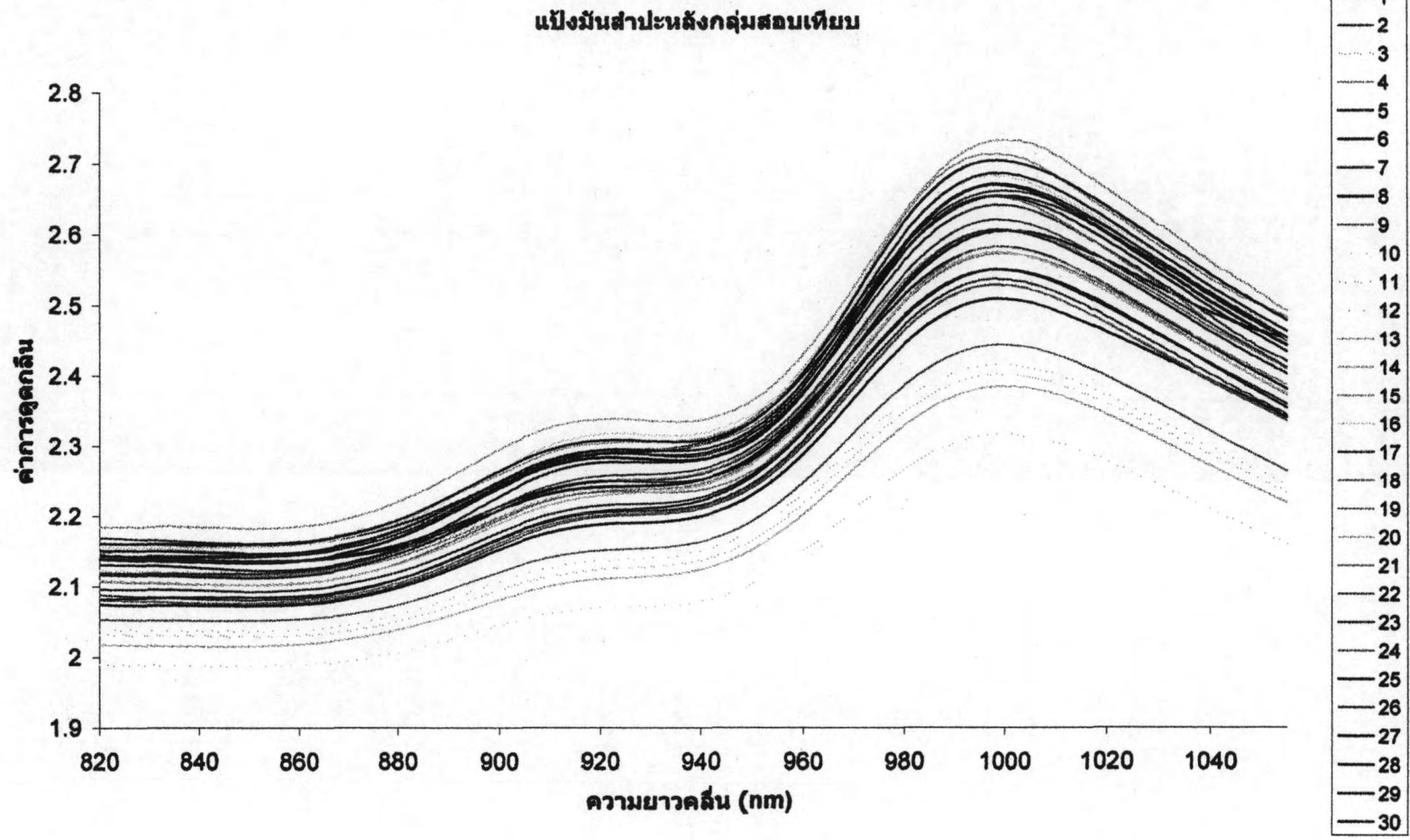


แป้งข้าวเจ้ากลุ่มท่านาย

รูปที่ 6 แสดงผลวิเคราะห์แป้งข้าวเจ้าในกลุ่มท่านาย

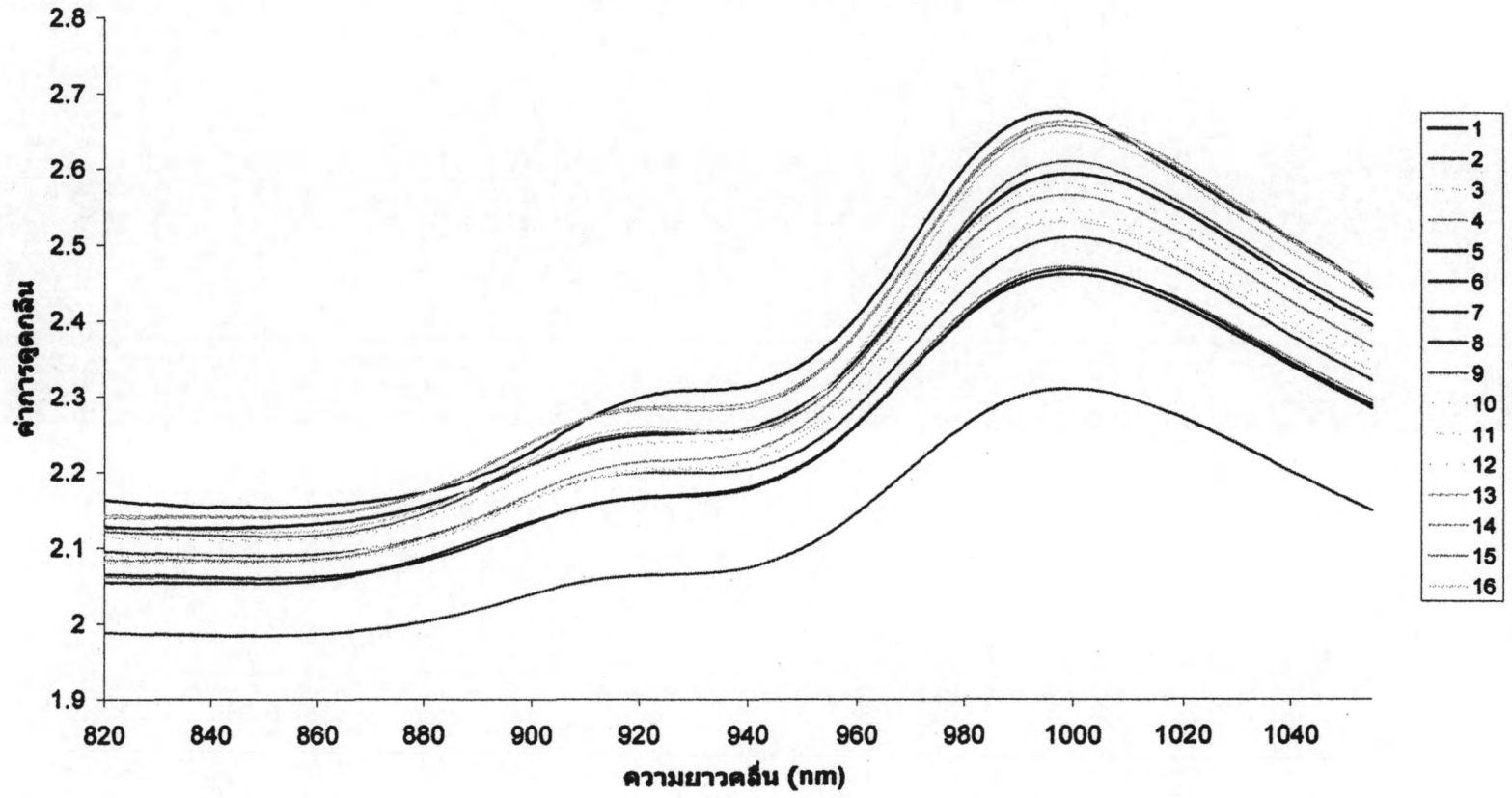


รูปที่ ๗.7 สเปกตรัมของแป้งมันสำปะหลังในกลุ่มสอบเทียบ



แป้งมันสำปะหลังกลุ่มทำนายน

รูปที่ ๘ สเปกตรัมของแป้งมันสำปะหลังในกลุ่มทำนายน



ภาคผนวก ค

**ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความชื้น
ของกลุ่มสอบเทียบและกลุ่มทำนายของแป้งแต่ละชนิด**

แป้งข้าวโพค

ตัวอย่างที่	ค่าจริง	กลุ่มสอบเทียบ	
		ค่าทำนาย (MLR)	ค่าทำนาย (PLS, NF=8)
1	10.64	10.97	10.89
2	16.46	15.46	15.73
3	13.42	13.97	13.89
4	13.67	13.88	13.86
5	14.02	14.20	14.05
6	14.14	13.90	14.04
7	13.04	13.10	12.91
8	9.14	9.36	9.30
9	10.58	10.61	10.56
10	11.35	10.74	10.74
11	9.16	8.91	8.91
12	9.09	8.82	8.93
13	13.05	13.11	13.15
14	9.56	10.02	9.69
15	7.77	7.37	7.39
16	7.14	7.38	7.36
17	6.92	6.92	6.84
18	7.96	7.72	7.70
19	7.26	7.37	7.31
20	9.84	9.63	9.60
21	11.13	11.20	11.28
22	9.39	9.18	9.18
23	8.99	9.19	9.18
24	8.43	8.28	8.51
25	10.65	10.56	10.74
26	9.99	10.20	10.22
27	10.80	11.20	11.26
28	9.16	9.41	9.13
29	10.01	9.96	9.91
30	7.65	7.36	7.57
31	10.16	10.42	10.48
32	7.68	7.86	7.93

หมายเหตุ

1. ค่าทำนาย MLR คำนวณจากสมการที่ 8.3
2. ค่าทำนาย PLS คำนวณจากสมการที่ 8.7

ตัวอย่างที่	ค่าจริง	กลุ่มทำนาย	
		ค่าทำนาย (MLR)	ค่าทำนาย (PLS, NF=8)
1	12.89	12.13	12.39
2	12.46	11.97	11.62
3	11.24	11.20	11.26
4	11.60	10.91	10.86
5	8.93	9.73	9.40
6	11.14	11.38	11.19
7	10.95	10.96	10.88
8	16.50	15.46	15.73
9	13.45	13.34	13.09
10	14.02	13.60	13.70
11	9.40	9.68	9.66
12	10.89	11.15	10.85
13	7.57	7.34	7.12
14	10.11	10.00	10.22
15	8.43	8.19	8.20
16	7.94	8.71	8.59

MLR

ค่าจากกลุ่มสอบเทียบ

Coefficient of determination (R-Square) = 0.98183

Standard error of calibration (SEC) = 0.35221

ค่าจากกลุ่มทำนาย

Coefficient of determination (R-Square) = 0.96779

Standard error of prediction (SEP) = 0.51179

PLS

ค่าจากกลุ่มสอบเทียบ

Coefficient of determination (R-Square) = 0.98773

Standard error of calibration (SEC) = 0.31513

ค่าจากกลุ่มทำนาย

Coefficient of determination (R-Square) = 0.97552

Standard error of prediction (SEP) = 0.43512

หมายเหตุ

1. ค่าทำนาย MLR คำนวณจากสมการที่ 8.3
2. ค่าทำนาย PLS คำนวณจากสมการที่ 8.7

แป้งข้าวเหนียว

กลุ่มสอบเทียบ

ตัวอย่างที่	ค่าจริง	ค่าทำนาย (MLR)	ค่าทำนาย (PLS, NF=8)
1	12.59	11.92	12.50
2	14.27	13.81	13.80
3	14.15	14.28	13.78
4	16.15	16.56	16.74
5	20.13	20.61	20.34
6	3.28	3.25	3.58
7	3.58	4.20	3.74
8	2.61	3.51	2.97
9	5.89	5.11	5.36
10	4.80	5.08	4.76
11	3.42	4.08	3.39
12	7.24	7.07	7.45
13	6.37	6.10	6.20
14	9.58	9.47	9.40
15	8.04	7.33	7.62
16	12.33	12.39	12.53
17	7.81	7.25	7.40
18	9.27	8.82	8.99
19	10.72	10.69	10.83
20	8.71	8.29	8.36
21	11.86	11.55	11.58
22	14.31	14.97	14.37
23	14.91	15.65	14.97
24	14.76	15.27	15.10
25	13.88	14.16	14.51
26	13.83	13.49	13.62
27	11.49	12.02	12.04
28	11.16	11.16	11.79
29	11.11	11.02	11.34
30	22.34	22.33	22.12
31	24.43	23.94	24.20
32	24.08	23.74	23.74

หมายเหตุ

- 4) ค่าทำนาย MLR คำนวณจากสมการที่ 8.4
- 5) ค่าทำนาย PLS คำนวณจากสมการที่ 8.7

ตัวอย่างที่	ค่าจริง	กลุ่มทำนาย	
		ค่าทำนาย (MLR)	ค่าทำนาย (PLS, NF=8)
1	14.17	13.73	13.70
2	14.44	14.60	14.59
3	15.43	15.38	14.94
4	6.29	5.52	6.16
5	3.39	4.68	3.68
6	10.58	9.90	10.00
7	8.62	7.77	8.06
8	7.80	7.39	7.55
9	9.36	8.87	8.70
10	11.01	10.82	10.50
11	14.72	15.60	15.32
12	13.96	14.05	14.02
13	13.91	14.20	14.25
14	12.27	12.79	12.22
15	24.92	24.13	24.32
16	23.27	23.85	23.49

MLR

ค่าจากกลุ่มสอบเทียบ

Coefficient of determination (R-Square) = 0.99318

Standard error of calibration (SEC) = 0.51466

ค่าจากกลุ่มทำนาย

Coefficient of determination (R-Square) = 0.98671

Standard error of prediction (SEP) = 0.64079

PLS

ค่าจากกลุ่มสอบเทียบ

Coefficient of determination (R-Square) = 0.99646

Standard error of calibration (SEC) = 0.39568

ค่าจากกลุ่มทำนาย

Coefficient of determination (R-Square) = 0.99500

Standard error of prediction (SEP) = 0.40391

หมายเหตุ

1. ค่าทำนาย MLR คำนวณจากสมการที่ 8.4
2. ค่าทำนาย PLS คำนวณจากสมการที่ 8.7

แป้งข้าวเจ้า

กลุ่มสอบเทียบ

ตัวอย่างที่	ค่าจริง	ค่าทำนาย (MLR)	ค่าทำนาย (PLS, NF=6)
1	12.55	12.89	12.90
2	12.69	12.92	12.93
3	10.38	10.78	10.60
4	11.03	11.07	10.94
5	14.63	14.68	14.76
6	14.80	14.34	14.64
7	14.87	14.63	14.51
8	14.85	14.73	14.62
9	15.04	15.32	15.08
10	14.72	14.41	14.27
11	17.22	17.29	17.51
12	17.20	17.31	17.39
13	16.78	16.82	16.79
14	8.47	7.83	8.01
15	9.00	9.31	9.23
16	9.41	9.07	9.23
17	8.86	8.87	8.95
18	5.67	5.78	5.61
19	9.78	9.56	9.69
20	8.92	8.85	8.99
21	7.13	7.15	7.26
22	8.18	8.12	8.34
23	7.17	7.75	7.79
24	7.28	7.23	7.16
25	6.54	6.71	6.64
26	9.58	9.40	9.44
27	10.42	10.02	9.95
28	7.64	7.95	7.94
29	8.81	8.42	8.55
30	10.81	10.76	10.65
31	9.93	9.94	9.78
32	9.92	10.37	10.17

หมายเหตุ

1. ค่าทำนาย MLR คำนวณจากสมการที่ 8.5
2. ค่าทำนาย PLS คำนวณจากสมการที่ 8.7

ตัวอย่างที่	ค่าจริง	กลุ่มทำนาย	
		ค่าทำนาย (MLR)	ค่าทำนาย (PLS, NF=6)
1	12.56	13.48	13.24
2	11.50	11.60	11.67
3	14.69	14.75	14.49
4	14.91	14.27	14.44
5	14.67	14.89	14.85
6	14.79	15.09	15.02
7	17.57	16.97	17.04
8	16.54	16.63	16.67
9	8.26	8.92	8.93
10	7.78	7.51	7.45
11	6.58	6.90	6.87
12	9.32	9.35	9.70
13	7.95	7.23	7.30
14	9.57	9.83	10.05
15	8.82	8.27	8.22
16	10.95	11.34	11.23

MLR

ค่าจากกลุ่มสอบเทียบ

Coefficient of determination (R-Square) = 0.99206

Standard error of calibration (SEC) = 0.31093

ค่าจากกลุ่มทำนาย

Coefficient of determination (R-Square) = 0.98164

Standard error of prediction (SEP) = 0.47667

PLS

ค่าจากกลุ่มสอบเทียบ

Coefficient of determination (R-Square) = 0.99357

Standard error of calibration (SEC) = 0.28758

ค่าจากกลุ่มทำนาย

Coefficient of determination (R-Square) = 0.98440

Standard error of prediction (SEP) = 0.44582

หมายเหตุ

1. ค่าทำนาย MLR คำนวณจากสมการที่ 8.5
2. ค่าทำนาย PLS คำนวณจากสมการที่ 8.7

แป้งมันสำปะหลัง

กลุ่มสอบเทียบ

ตัวอย่างที่	ค่าจริง	ค่าทำนาย (MLR)	ค่าทำนาย (PLS, NF=6)
1	11.13	11.75	11.31
2	13.01	12.34	12.81
3	12.17	12.39	12.68
4	12.38	12.48	12.85
5	11.73	11.89	12.08
6	13.30	12.88	13.03
7	12.83	13.11	12.84
8	12.25	12.88	12.22
9	14.52	14.34	14.53
10	14.92	14.75	14.81
11	14.98	14.77	14.80
12	15.18	14.99	14.85
13	14.94	14.72	14.85
14	7.02	6.87	7.06
15	8.08	8.32	7.81
16	7.93	8.34	8.05
17	8.60	8.80	8.81
18	9.87	9.84	10.11
19	9.39	9.58	9.47
20	12.52	12.25	12.28
21	11.47	11.53	11.49
22	11.86	12.42	12.24
23	11.96	12.38	12.24
24	12.62	12.62	12.33
25	13.47	13.16	13.38
26	10.71	10.69	10.64
27	7.47	7.49	7.61
28	8.37	7.72	7.94
29	8.65	8.17	8.27
30	9.52	9.59	9.57
31	8.84	8.72	8.71
32	7.28	7.20	7.24

หมายเหตุ

1. ค่าทำนาย MLR คำนวณจากสมการที่ 8.6
2. ค่าทำนาย PLS คำนวณจากสมการที่ 8.7

ตัวอย่างที่	กลุ่มทำนาย		
	ค่าจริง	ค่าทำนาย (MLR)	ค่าทำนาย (PLS, NF=6)
1	11.35	11.85	12.09
2	11.13	11.90	12.14
3	12.69	13.22	13.31
4	12.85	13.81	13.69
5	13.98	13.73	13.90
6	14.88	14.03	13.82
7	15.33	15.24	15.43
8	10.13	10.65	10.75
9	8.21	8.90	8.76
10	12.82	12.38	12.28
11	11.47	11.86	11.56
12	11.83	12.61	12.30
13	9.87	9.25	9.36
14	8.76	9.55	9.44
15	13.50	12.72	12.79
16	7.08	8.22	8.43

MLR

ค่าจากกลุ่มสอบเทียบ

Coefficient of determination (R-Square) = 0.98263

Standard error of calibration (SEC) = 0.36301

ค่าจากกลุ่มทำนาย

Coefficient of determination (R-Square) = 0.93311

Standard error of prediction (SEP) = 0.65501

PLS

ค่าจากกลุ่มสอบเทียบ

Coefficient of determination (R-Square) = 0.99079

Standard error of calibration (SEC) = 0.27248

ค่าจากกลุ่มทำนาย

Coefficient of determination (R-Square) = 0.92560

Standard error of prediction (SEP) = 0.68154

หมายเหตุ

1. ค่าทำนาย MLR คำนวณจากสมการที่ 8.6
2. ค่าทำนาย PLS คำนวณจากสมการที่ 8.7

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอรรถชัย ธีลาฤทธิกุล เกิดเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2524 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ในปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547